

9. Jun, J. Theoretical Maximum Throughput of IEEE 802.11 and its Applications [Text] / J. Jun, P. Peddabachagari, M. Sichi-tiu // Proceedings of the Second IEEE International Symposium on Network Computing and Applications, 2003. – P. 121–129. doi: 10.1109/nca.2003.1201163
10. Barbosa, M. The Theoretical Maximum Throughput Calculation for the IEEE802.11g Standard [Text] / M. Barbosa, J. Bordim // International Journal of Computer Science and Network Security. – 2011. – Vol. 11, Issue 4. – P. 136–143.
11. Nesterenko, S. Analysis of IEEE 802.11g wireless channel maximum throughput [Text] / S. Nesterenko, I. Nesterenko // Electrotechnic and Computer Systems. – 2015. – Vol. 2. – P. 42–46.
12. Khan, M. Evaluating the performance of IEEE 802.11 WLAN using DCF with RTS/CTS mechanism [Text] / M. Khan, T. Khan, M. Beg // International Journal of Electrical, Electronics & Comm. Eng. – 2013. – Vol. 2. – P. 264–271.
13. Sharma, R. Comparison of performance analysis of 802.11a, 802.11b and 802.11g standard [Text] / R. Sharma, G. Singh, R. Agnihorti // International Journal on Computer Science and Engineering. – 2010. – Vol. 02. – P. 2042–2046.
14. Potorac, A. An Efficiency Optimization Model for 802.11 Wireless Communication Channels [Text] / A. Potorac, A. Onofrei, D. Balan // Electronics and Electrical Engineering. – 2010. – Vol. 1. – P. 67–71.

*В роботі розглянуто один з ефективних підходів до вирішення науково-практичної задачі підвищення точності первинних електричних вимірювальних перетворювачів. Проаналізовано застосування тестових випробувань при бездемонтажному контролі у робочих режимах з використанням реляційно-різницевої операторів корекції. Розроблено інженерний метод визначення параметрів, який дозволяє вирішити задачу синтезу та аналізу систем тестового контролю*

*Ключові слова: тестовий контроль, електричні вимірювальні перетворювачі, дробово-раціональна функція перетворення, похибка нелінійності*

*В работе рассмотрен один из эффективных подходов к решению научно-практической задачи повышения точности первичных электрических измерительных преобразователей. Проанализировано применение тестовых испытаний при бездемонтажном контроле в рабочих режимах с использованием реляционно-разностных операторов коррекции. Разработан инженерный метод определения параметров, который позволяет решить задачу синтеза и анализа систем тестового контроля*

*Ключевые слова: тестовый контроль, электрические измерительные преобразователи, дробно-рациональная функция преобразования, погрешность нелинейности*

УДК 681.2.08:53.088

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.43325

## ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ У ДИНАМІЧНОМУ РЕЖИМІ РОБОТИ

С. І. Кондрашов

Доктор технічних наук,  
професор, завідувач кафедри\*

E-mail: ksi@kpi.kharkov.ua

І. В. Григоренко

Кандидат технічних наук, професор\*

E-mail: grigmaestro@gmail.com

М. І. Опришкіна

Кандидат технічних наук, доцент\*

E-mail: flaming541@yandex.ua

М. В. Трохін

Старший викладач\*

E-mail: m.trokhin1@gmail.com

\*Кафедра інформаційно-  
вимірювальних технологій і систем  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»  
вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002

### 1. Вступ

Сучасні інформаційно-вимірювальні системи висувають все більш високі вимоги до точності вимірювань. Проте технічні характеристики таких систем швидко застарівають і не задовольняють метрологічним потребам виробництва.

Існуючі автоматизовані системи контролю та керування (АІСКК) технологічними процесами не можуть вносити коригувальні дії в реальних умовах експлуатації обладнання, виконавчих механізмів, перетворювачів інформації, оскільки неможливо фіксувати деградацію їх технічних характеристик, як функцію часу і параметрів навколишнього середовища [1, 2].

Зараз йде активний науковий пошук методів, способів і організаційних рішень для удосконалення та розвитку АІСКК. Актуальною є науково-прикладна проблема підвищення точності вимірювань і відновлення метрологічних характеристик вимірювальних перетворювачів (ВП) безпосередньо на об'єктах експлуатації без демонтажу обладнання з використанням систем тестового контролю [3].

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Структурно-алгоритмічні методи підвищення точності (МПТ) засобів вимірювання (ЗВ) дозволяють здійснити корекцію похибок вимірювання безпосередньо у процесі їх роботи [1–3].

У роботі [2] було обґрунтовано можливість застосування тестових методів для вимірювальних перетворювачів з поліноміальною та дробово-раціональною функціями перетворення.

Розробці методів контролю електричних ВП у динамічних режимах присвячені роботи John W. Sheppard [4], Le Jin [5], S. Skoczowski [6], Michael T. Stieber [7] Mark A. Kaufman, George Vukovich, Kumar Parthasarathy, Turker Kuyel, Ю. О. Скрипника, Ю. М. Туза, С. І. Кондрашова та ін.

До закордонних вчених, які займаються вирішенням задач тестового контролю, слід віднести John W. Sheppard та Mark A. Kaufman, які у роботі [4], що присвячена використанню вбудованих тестових впливів при тестуванні апаратури, запропонували Байєсовський підхід до динаміки та прогнозуванню використання вбудованих тестів. Робота присвячена оцінці рівня похибки при тестуванні та вибору методів діагностики.

У роботі [5] Le Jin, Kumar Parthasarathy, Turker Kuyel та інші розглянули питання точного тестування АЦП використовуючи сигнали, що слабо лінеаризовані. Авторами розроблено метод, який дозволяє використовувати генератор сигналів, значно більш нелінійний за АЦП, що контролюється. Метод дозволяє виділити похибку нелінійності.

У роботі [6] польськими вченими запропоновано метод ідентифікації параметру для лінійної моделі системи. Вони ввели припущення, що реальна динамічна система може бути представлена лінійною моделлю.

У роботі [7] автори вважають, що багаторівневі системи можуть бути описані нелінійними диференціальними рівняннями, та наводять приклад вирішення такого рівняння для системи, що використовується на космічній станції для точного переміщення об'єкту у робочу зону.

У роботі [8] розроблено математичну модель для вхідного сигналу ВП з аперіодичною передаточною функцією, та проведено дослідження похибок вимірювання вхідного сигналу ВП у динамічному режимі роботи системи тестового контролю.

Аналіз праць вказує на наявність широкого фронту досліджень, спрямованих на розробку нових МПТ вимірювань, але при цьому основна увага приділялася розробці методів адитивної, мультиплікативної або змішаної корекції похибок автономних ЗВ з лінійними функціями перетворення у статичних режимах ро-

боти. Залишається невирішеною задача динамічного тестового контролю електричних ВП при нелінійній моделі вхідного сигналу та вибору для них параметрів систем тестового контролю, оскільки на практиці більшість первинних вимірювальних перетворювачів (термоперетворювачі, напівпровідникові терморезистори, індуктивні, ємнісні перетворювачі) мають на виході нелінійні сигнали, серед яких найбільш часто зустрічаються сигнали, що мають вигляд експоненти з різними швидкостями наростання.

## 3. Ціль та задачі дослідження

Проведені дослідження ставлять за мету визначення параметрів системи тестового контролю при нелінійній моделі зміни вхідного сигналу ВП з дробово-раціональними функціями перетворення (ДРФП).

Для досягнення поставленої мети поставлені наступні задачі:

- дослідити можливість використання та цифрової обробки адитивних та мультиплікативних тестових впливів для ВП при нелінійній моделі вхідного сигналу на основі реляційно-різницевої моделі;
- визначити вимоги до точності вимірювання електричних сигналів ВП з урахуванням похибки нелінійності;
- розробити методи аналізу та синтезу систем тестового контролю ВП з ДРФП.

## 4. Матеріали та методи вибору параметрів систем тестового контролю у динамічному режимі роботи

При вирішенні проблеми підвищення точності вимірювання вхідних сигналів ВП у складі систем управління довготривалої дії використано методи системного аналізу. Для вирішення задач аналізу і синтезу систем тестових випробувань нелінійних ВП використовувалися аналітичні методи досліджень, які базувалися на теоріях математичних моделей у матричній формі; лінійних інтегральних рівнянь; теорії ймовірності і випадкових процесів; математичної статистики і теорії похибок вимірювань; чисельних методів різницевої рівнянь; інтерполяційних рядів Тейлора; методах елементарної алгебри для обчислення похибок нелінійності, методах комп'ютерного моделювання та експериментальних досліджень.

## 5. Результати досліджень тестового контролю у динамічному режимі

### 5.1. Математична модель динамічної похибки для нелінійного вхідного сигналу ВП з аперіодичною передаточною функцією

Процедура операцій, що виконуються при контролі параметрів ВП у складі вимірювального каналу (ВК) пояснимо за допомогою розробленого алгоритму, що наведено на рис. 1.

Алгоритм складається з трьох етапів:

1. Початкова настройка ВК.
2. Формування тестових впливів.
3. Обробка результатів контролю.

При подачі на вхід нелінійного аналогового сигналу, контролюється реакція аналогової частини ВК на цей сигнал.

Для контролю динамічних характеристик ВК на вхід подаються адитивний та мультиплікативний тестові впливи, та контролюється реакція на них ВК. При цьому визначається динамічна складова похибки ВК, та при виході її за межі допуску на величину цієї похибки, проводиться коректування параметру  $\beta$ . Ця операція виконується за допомогою введення блоку корекції.

Для визначення реакції аналогової частини вимірювального каналу (ВК) на тестовий вплив при діючому вхідному сигналі, задаємося експоненційною моделлю вхідного сигналу:

$$U(t) = 1 - e^{-\frac{t}{T}}, \quad (1)$$

де  $t$  – час дії сигналу;  $T$  – стала часу.

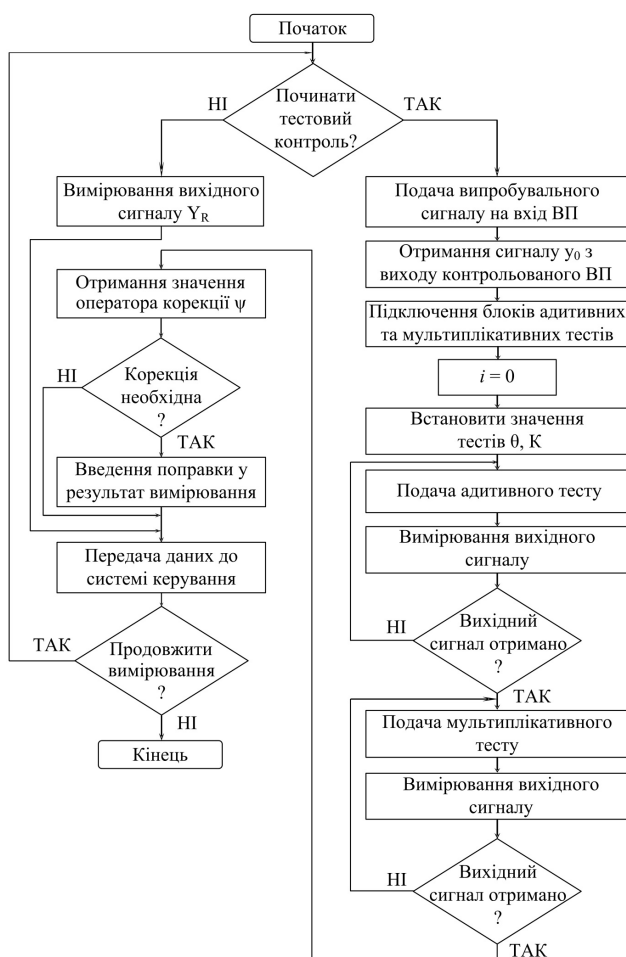


Рис. 1. Алгоритм проведення процедури тестового контролю Як модель аналогової частини ВК в цьому випадку може бути використано інерційна ланка першого порядку [9] з передаточною функцією

$$H(p) = \frac{K_H}{T \cdot p + 1}, \quad (2)$$

де  $K_H$  – номінальний статичний коефіцієнт перетворення;

Згідно існуючої методики [9] для спрощення розрахунків запишемо (1) у операторній формі перед цим

розклавши її у ряд Тейлора. Обмежимося першими двома членами ряду Тейлора – лінійним і квадратичним. Модель нелінійного вхідного сигналу представимо у вигляді системи рівнянь:

$$\begin{cases} X_1(t_1) = X(0) + \alpha \cdot t_1 + \beta \cdot t_1^2; & [t_1 \in 0, T] \\ X_2(t_2) = X(0) + \alpha \cdot t_2 + \beta \cdot t_2^2 + \Theta; & [t_2 \in T, 2T] \\ X_3(t_3) = X(0) + \alpha \cdot t_3 + \beta \cdot t_3^2 - \\ - \Theta + k \cdot (\alpha \cdot (t_3 - 2T) + \\ + (\beta \cdot t_3^2) + X(0)); & [t_3 \in 2T, 3T] \\ X_4(t_4) = X(0) + \alpha \cdot t_4 + \\ + \beta \cdot t_4^2 + k \cdot (\alpha \cdot (t_4 - 2T) + \\ + (\beta \cdot t_4^2) + X(0) - k \cdot (\alpha \cdot (t_4 - 3T) + \\ + \beta \cdot t_4^2 + X(0))), & [t_4 \in 3T, 4T] \end{cases} \quad (3)$$

де  $x(0)$  – значення сигналу на початку контролю;  $\alpha$  – розрахункове значення оцінки швидкості зміни вхідного сигналу ВП;  $t_1, t_2, t_3, t_4$  – моменти поточного часу;  $\Theta$  – рівень адитивного тестового впливу;  $k$  – рівень мультиплікативного тестового впливу.

У результаті дискретизації вихідного сигналу отримаємо дискретну у часі функцію

$$\begin{cases} Y_{1q}(t_{\ell_1}) = (1 + \delta_m) \cdot [X(0) + \alpha \cdot t_{\ell_1} + \beta \cdot t_{\ell_1}^2] + \Delta_{q1}; & \ell_1 = \overline{0, n}, \\ Y_{2q}(t_{\ell_2}) = (1 + \delta_m) \cdot [X(0) + \alpha \cdot t_{\ell_2} + \beta \cdot t_{\ell_2}^2 + \Theta]; & \ell_2 = \overline{n, 2n}, \\ Y_{3q}(t_{\ell_3}) = (1 + \delta_m) \cdot [X(0) + \alpha \cdot t_{\ell_3} + \beta \cdot t_{\ell_3}^2 - \\ - \Theta + k \cdot (\alpha \cdot (t_{\ell_3} - 2T) - \alpha \cdot \tau) + \\ + (\beta \cdot t_{\ell_3}^2) + X(0)] + \Delta_{q3}; & \ell_3 = \overline{2n, 3n}, \\ Y_{4q}(t_{\ell_4}) = (1 + \delta_m) \cdot [X(0) + \alpha \cdot t_{\ell_4} + \beta \cdot t_{\ell_4}^2 + \\ + k \cdot (\alpha \cdot (t_{\ell_4} - 2T) - \\ - \alpha \cdot \tau) + (\beta \cdot t_{\ell_4}^2) + X(0)] - k \cdot (\alpha \cdot (t_{\ell_4} - 3T) - \\ - \alpha \cdot \tau) + (\beta \cdot t_{\ell_4}^2) + X(0)] + \Delta_{q4}, & \ell_4 = \overline{3n, 4n}; \end{cases} \quad (4)$$

де  $t_\ell = \ell T_0 = \ell T_d / v$ ,  $\ell = \overline{0, 4n}$ ,  $v = 4n$  – прийняті позначення цифрових відліків сигналів;  $\Delta_{q1}, \Delta_{q2}, \Delta_{q3}, \Delta_{q4}$  – випадкові похибки квантування АЦП<sub>0</sub> сигналів  $Y_{1q}(t_{\ell_1}), \dots, Y_{4q}(t_{\ell_4})$ ;  $\pi(t)$  – перехідна функція.

Графічна реалізація процесу наведена на рис. 2.

Система різницевих рівнянь у дискретно-цифровій формі запишеться у вигляді

$$\begin{aligned} \Delta Y(t_\ell) = & \begin{cases} \Delta Y_{21}(t_{\ell_2}, t_{\ell_1}) = \Theta \cdot (1 + \delta_m) \cdot \left[ \frac{\alpha \cdot T}{\Theta} + \frac{\beta \cdot T^2}{\Theta} \right] + \Delta_{q1} + \Delta_{q2}; \\ \Delta Y_{31}(t_{\ell_3}, t_{\ell_1}) = k \cdot X(0) \cdot (1 + \delta_m) \cdot \left[ \frac{\alpha \cdot 2T}{kX(0)} + \frac{\beta \cdot 2T^2}{kX(0)} + \right. \\ \left. + \frac{\Theta \cdot \pi(t_{\ell_3} - 2T)}{kX(0)} + \frac{k \cdot \alpha \cdot (t_{\ell_3} - 2T - \tau)}{kX(0)} + \frac{k \cdot \beta \cdot t_{\ell_3}^2}{kX(0)} + \right. \\ \left. + \pi(t_{\ell_3} - 2T) \right] + \Delta_{q1} + \Delta_{q3}; \end{cases} \end{aligned} \quad (5)$$

Визначаємо оцінку  $X(0)^*$  дійсного значення вхідного сигналу  $X(0)$ , згідно [9]:





та константу для заданої різницевої моделі оператора корекції

$$C = \delta x_p \cdot k = 0.213 \frac{1 + \psi_0^2}{(1 + \psi_0)^2}. \quad (10)$$

Константа  $C$  дозволяє при заданій похибці вимірювання  $\delta x_p$  визначити кількість багаторазових вимірювань  $k$  для зменшення випадкової складової похибки. Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що значення  $C$  залежить від відношення тестів  $\gamma = \theta_1/\theta_2$ , або  $\beta = \theta_2/\theta_1$ . Для того, щоб підвищити точність системи тестового контролю, необхідно мінімізувати константу моделі  $C$ , яка залежить від відносної похибки  $\delta x_p$  (10). Мінімальних значень функція досягає при значеннях  $\beta = 0.7 - 0.9$ .

За проведеними розрахунками було побудовано графіки (рис. 3) та складено метод визначення параметрів систем тестового контролю [10].

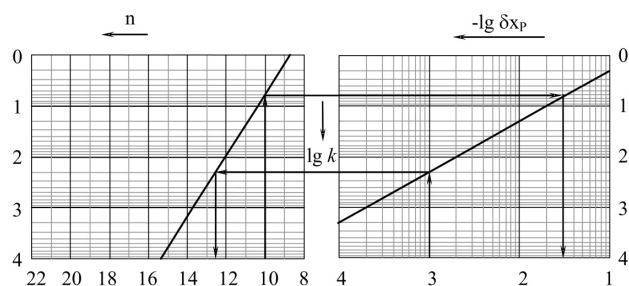


Рис. 3. Функціональні залежності для розрахунку параметрів системи тестового контролю

Для визначення параметрів систем тестового контролю запропоновано здійснити наступні операції:

- задати необхідну точність за шкалою  $-\lg \delta x_p$ ;
- зі знайденої точки провести перпендикуляр до кривої, що відповідає константі моделі  $C$ ;
- визначити відповідну кількість додаткових вимірювань  $k$  на шкалі  $\lg k$ , яка забезпечить задану точність вимірювання;
- перейти по лініях кількості вимірювань до кривої, що визначає розрядність АЦП;
- визначити число розрядів  $n$ , що забезпечить задану точність вимірювання.

Частіше на практиці виникає зворотна задача аналізу точності системи тестового контролю. При заданих параметрах розрядності АЦП потрібно визначити кількість додаткових вимірювань  $k$  та точність системи контролю.

#### 6. Обговорення результатів досліджень похибок вимірювання вхідного сигналу ВП з аперіодичною передаточною функцією у динамічному режимі роботи системи тестового контролю

У результаті виконаних досліджень розроблено метрологічні моделі похибок динамічних РРМ операторів корекції  $\Psi_{\text{dyn}}$  для нелінійної моделі вхідного сигналу у квазістатичному і динамічному режимах корекції похибок ВП. При цьому, відносна динамічна похибка другого роду не перевищує 0.36 %. Проаналі-

зовані моделі  $\Psi_{\text{dyn}}$  для ВП з нелінійною ФП, з передаточною функцією інерційної аперіодичної ланки. Проведена оцінка похибки вимірювання параболічного вхідного сигналу  $X(t)$  у каналах з дискретно-квантованим представленням сигналів  $\Delta Y(t_i)$ , при здійсненні багаторазових вимірювань показала, що значення динамічної похибки визначається через значення оцінок інтегральної динамічної похибки на обмеженому інтервалі спостереження  $T$ . При цьому вдається виключити складову похибки, зумовлену обмеженням інтервалом обчислення оцінки  $T \neq \infty$ . Вирішено задачу синтезу системи контролю ЕВП з ДРФП за критерієм заданої точності.

#### 7. Висновки

У результаті виконаних досліджень отримала подальший розвиток теорія структурно-алгоритмічних МПТ ВП у динамічних режимах їх роботи при бездемонтажному контролі у реальних умовах тестових впливів. Проведені теоретичні дослідження можливості використання теорії структурно-алгоритмічних МПТ ВП для нелінійних вхідних сигналів. Дослідження показали ефективність методу тестового контролю електричних ВП у динамічному режимі на основі РРМ операторів корекції. Завдяки розробленим методам підвищення точності вдалося досягнути зменшення динамічної похибки вимірювання на 5 % від існуючих аналогів. Це дозволило розробити методи зменшення динамічних похибок вимірювання.

Обґрунтована можливість використання та цифрової обробки адитивних та мультиплікативних тестових впливів для ВП при нелінійній моделі вхідного сигналу на основі реляційно-різницевої моделі.

Було визначено параметри системи тестового контролю при нелінійній моделі зміни вхідного сигналу ВП з ДРФП.

Розроблено інженерний метод визначення параметрів систем тестового контролю, що дозволяє за заданою точністю вимірювань отримати кількість необхідних розрядів АЦП, або вирішити зворотну задачу і розрахувати точність системи за заданою розрядністю АЦП. Визначені вимоги до точності вимірювання електричних сигналів ВП з урахуванням похибки нелінійності. Так, наприклад, при заданій похибці вимірювання  $\delta x_p = 0.1\%$  ( $-\lg \delta x_p = 3$ ) кількість розрядів АЦП становить  $n = 12.55 \approx 12 - 13$ .

#### Література

1. Володарський, Є. Т. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю [Текст]: навч. пос. / Є. Т. Володарський, В. В. Кухарчук, В. О. Поджаренко, Г. Б. Сердюк. – Вінниця : Велес, 2001. – 219 с.
2. Бромберг, Э. М. Тестовые методы повышения точности измерений [Текст] / Э. М. Бромберг, К. Л. Куликовский. – М. : Энергия, 1978. – 176 с.
3. Головки, Д. Б. Структурно-алгоритмічні методи підвищення точності вимірювання температури [Текст] / Д. Б. Головки, Ю. О. Скрипник, Г. І. Хімичева. – К. : ФАДА ЛТД, 1999. – 206 с.

4. John, W. S. A Bayesian approach to diagnosis and prognosis using built-in test [Text] / W. S. John, A. K. Mark // IEEE Transactions on instrumentation and measurement. – 2005. – Vol. 54, Issue 3. – P. 1003–1018. doi: 10.1109/tim.2005.847351
5. Jin, L. Accurate testing of analog-to-digital converters using low linearity signals with stimulus error identification and removal [Text] / L. Jin, K. Parthasarathy, T. Kuyel, D. Chen, L. G. Randall // IEEE Transactions on instrumentation and measurement. – 2005. – Vol. 54, Issue 3. – P. 1188–1199. doi: 10.1109/tim.2005.847240
6. Skoczowski, S. A Simple Identification Method for the Order of the Strejc Model and its Application to Autotuning [Text] / S. Skoczowski, A. Osadowski // IFAC Intelligent components and instruments for control applications, 2nd IFAC Symposium. Budapest, Hungary, 1994. – P. 319–325. doi: 10.1016/b978-0-08-042234-3.50054-0
7. Stieber, M. T. Instrumentation architecture and sensor fusion for system control test [Text] / M. T. Stieber, G. Vukovich. // IEEE Transactions on instrumentation and measurement. – 1998. – Vol. 47, Issue 1. – P. 108–113. doi: 10.1109/19.728801
8. Григоренко, І. В. Дослідження впливу нелінійності зміни вхідного сигналу на динамічну похибку вимірювального перетворювача під час проведення тестового контролю [Текст] / І. В. Григоренко // Вестник НТУ «ХПИ». – 2008. – №. 57. – С. 50–57.
9. Григоренко, І. В. Розвиток тестових методів підвищення точності електричних компенсаційних вимірювальних перетворювачів у динамічних режимах [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / І. В. Григоренко. – Харків, 2010. – 224 с.
10. Опришкіна, М. І. Тестовий метод підвищення точності електричних давачів з нелінійними функціями перетворення [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / М. І. Опришкіна. – Харків, 2013. – 186 с.

*Запропоновано оригінальну модифікацію методу  $k$ -найближчих сусідів для вирішення задач машинного навчання у кредитному скорингу, а саме розроблено варіанти методу  $k$ -plus-найближчих сусідів на множинах дискретних значень вхідних змінних для вирішення задачі ймовірнісної бінарної класифікації відносно бінарної цільової змінної. Наведено частину програмної реалізації запропонованого методу мовою структурованих запитів, використовуючи віконні функції*

*Ключові слова: метод  $k$ -найближчих сусідів, кредитний скоринг, бінарна класифікація, мова структурованих запитів*

*Предложена оригинальная модификация метода  $k$ -ближайших соседей для разрешения задач машинного обучения в кредитном скоринге, а именно разработаны варианты метода  $k$ -plus-ближайших соседей на множествах дискретных значений входящих переменных для разрешения задачи вероятностной бинарной классификации относительно бинарной целевой переменной. Приведена часть программной реализации предложенного метода на языке структурированных запросов, используя оконные функции*

*Ключевые слова: метод  $k$ -ближайших соседей, кредитный скоринг, бинарная классификация, язык структурированных запросов*

УДК 519.237.8 : 681.518.25

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.43730

# РОЗРОБКА МЕТОДУ $K$ -PLUS- НАЙБЛИЖЧИХ СУСІДІВ ДЛЯ ЗАДАЧ МАШИННОГО НАВЧАННЯ КРЕДИТНОГО СКОРИНГУ

**О. М. Солошенко**

Аспірант

Кафедра математичних

методів системного аналізу

Навчально-науковий комплекс

«Інститут прикладного системного аналізу»

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: soloshenko\_s@ukr.net

## 1. Вступ

Методи математичного та статистичного моделювання мають надзвичайно широке, важливе, ефективне та успішне застосування в області фінансового ризик-менеджменту [1]. Надзвичайно велика роль в області фінансового ризик-менеджменту відводиться вивченню та моделюванню кредитних ризиків [1]. Управління кредитними ризиками передбачає попе-

редню оцінку кредитоспроможності потенційних клієнтів з метою забезпечення прийнятного рівня ризику у процесі кредитування [1]. Кредитний скоринг – це методологія оцінювання кредитоспроможності потенційних позичальників у ризик-менеджменті [2–5]. Скоринг – це методологія оцінювання кредитоспроможності або майбутньої поведінки на рівні клієнтів або договорів, як потенційних, так і існуючих, тому існує багато категорій скорингу: кредитний (аплі-